

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-181392

(43)Date of publication of application : 21.07.1995

(51)Int.Cl.

G02B 19/00

G02F 1/1335

G03B 21/14

(21)Application number : 05-328585

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 24.12.1993

(72)Inventor : NAKAYAMA TADAAKI

## (54) LIGHTING SYSTEM AND PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE.

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To minimize the size of a secondary light source in a lighting system, and minimize the size of a color separating system and facilitate the design of a projection lens in a projection type display using this lighting system.

**CONSTITUTION:** A first lens plate 301 and second lens plate 302 constituting an integrator are formed of rectangular lenses arranged in matrix, respectively. The rectangular lens constituting the first lens plate 301 has an analogous form to a liquid crystal panel 109, and the lens optical axis 303 of each rectangular lens is horizontally shifted. Thus, a light source

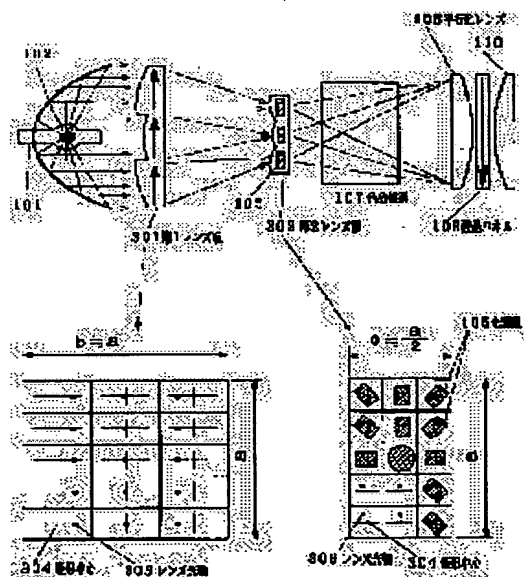


image 104 formed on the second lens plate 302 is compressed only in the horizontal direction, and closely arranged. The rectangular lens constituting the second lens plate

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

302 is substantially square, and the lens optical axis 303 of each rectangular lens is shifted in such a manner that the image of the rectangular lens in the first lens plate 301 is superposed and imaged on the liquid crystal panel 109.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3473075

[Date of registration] 19.09.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A light source lamp and the reflector which reflects the radiation flux of light from said light source lamp in an one direction, It has two lens plates arranged at right angles to the medial axis of the flux of light reflected from said reflector. It is the configuration in which the 1st lens plate arranged between said two lens plates at said reflector side has arranged two or more rectangle lenses closely. In the lighting system which the 2nd lens plate arranged by carrying out fixed \*\*\*\*\* from said 1st lens plate is the configuration which has arranged two or more lenses closely, and illuminates the candidate for lighting of a rectangle perpendicular to the medial axis of said flux of light to homogeneity The lighting system characterized by having made the same the array of said rectangle lens contained in said 1st lens plate, and the array of said lens contained in said 2nd lens plate, and considering as a configuration so that the aspect ratio of said whole 1st lens plate may differ from the aspect ratio of said whole 2nd lens plate.

[Claim 2] The lighting system according to claim 1 characterized by having set the aspect ratio of said whole 1st lens plate to about 1:2, and setting the aspect ratio of said whole 2nd lens plate to about 1:1.

[Claim 3] The lighting system according to claim 2 characterized by having arranged the polarization beam splitter and the polarization conversion system constituted including 1/2 wavelength plate between said reflectors and said 1st lens plates.

[Claim 4] The lighting system according to claim 2 characterized by having irradiated the light equipment which consists of said light source lamps and said reflectors at 2 sequence preparation, and irradiating each outgoing beam at juxtaposition at said 1st lens plate.

[Claim 5] The lighting system according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by having set to 9:16 the aspect ratio of said rectangle lens contained in said 1st lens plate, and making mostly into a square said lens contained in said 2nd lens plate.

[Claim 6] The lighting system according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by having set to 9:16 the aspect ratio of said rectangle lens contained in said 1st lens plate, and making mostly into forward six square shapes said lens contained in said 2nd lens plate.

[Claim 7] It is the projection mold display characterized by for said lighting system to be a lighting system according to claim 1 in a projection mold display equipped with the liquid crystal panel which modulates the flux of light from a lighting system and said lighting system, and forms an optical image, and the projection optical system which carries out the enlarged display of the optical image formed on said liquid crystal panel on a screen, to arrange a lens near said liquid crystal panel, and to form the image of the flux of light outgoing-radiation section of said lighting system in the entrance pupil of said projection optical system.

[Claim 8] In a projection mold display equipped with the liquid crystal panel which modulates the flux of light from a lighting system and said lighting system, and forms an optical image, and the projection optical system which carries out the enlarged display of the optical image formed on said liquid crystal panel on a screen Said lighting system reflects the radiation flux of light from a light source lamp in an one direction by the reflector. Are the lighting system which equalizes outgoing radiation light with two lens plates, and to said lighting-system side of said liquid crystal panel, arrange an parallel-ized lens and the emission flux of light from said lighting system is made parallel. The projection mold display characterized by forming the image of the flux of light outgoing radiation section of said lighting system on the pixel of said liquid crystal panel by each micro lens which equips with a micro-lens array between said liquid crystal panels and said parallel-ized lenses, and is contained in said micro-lens array.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Claim 9] The projection mold display according to claim 8 with which said lighting system is characterized by being a lighting system according to claim 1.

[Claim 10] The projection mold display according to claim 8 or 9 with which said micro-lens array is characterized by consisting of 6 square-shape-like micro lenses.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the configuration of the lighting system which illuminates a rectangular object to homogeneity, and the projection mold display which carries out the enlarged display of the image of a liquid crystal panel on a screen.

[0002]

[Description of the Prior Art] As an approach of illuminating a rectangular object to homogeneity, there is an approach using the integrator which consists of two lens plates. An integrator is a configuration which has arranged the lens plate of a configuration of having put two or more lenses in order closely, and the so-called fly eye lens to two-sheet parallel, divides into plurality the uneven flux of light irradiated by one lens plate, and carries out superposition image formation of each flux of light to the top for lighting.

[0003] The basic configuration in the case of applying the illumination system using an integrator to the liquid crystal projector which is one of the projection mold indicating equipments is shown in drawing 1. It is reflected by the reflector 102, and the synchrotron orbital radiation from the light source lamp 101 serves as the almost parallel flux of light, and carries out outgoing radiation. The 1st lens plate 103 is the configuration of having arranged two or more rectangle lenses in the shape of a matrix, and each rectangle lens forms the image of the light-emitting part of the light source lamp 101 in the core of a rectangle lens of corresponding in the 2nd lens plate 104. And superposition image formation of the image of each rectangle lens of the 1st lens plate 103 is carried out to the display of a liquid crystal panel 109 by work of the 2nd lens plate 104 and an attachment lens 106. Here, the thing of the same configuration is used and the focal distance of each rectangle lens of the 1st lens plate 103 and the 2nd lens plate 104 is equal to the distance between both. Moreover, the focal distance of an attachment lens 106 is equal to the distance between an attachment lens 106 and a liquid crystal panel 109. The parallel-ized lens 108 is required in order to make parallel the emission flux of light from an integrator, to carry out incidence of the flux of light perpendicular to the 109th page of the whole liquid crystal panel and to make the contrast ratio of an image into homogeneity by the whole screen. A condenser lens 110 makes the entrance pupil of the projection lens 112 condense the flux of light which penetrated the liquid crystal panel 109, and the image of the 2nd lens plate 104 of an integrator is formed in an entrance pupil. In the liquid crystal projector of 3 plate methods which indicate the three color images by projection using a liquid crystal panel, in order to compound to one the flux of light which the color separation system 107 has been arranged between an integrator and a liquid crystal panel 109, and carried out outgoing radiation of the liquid crystal panel of three sheets in order to divide an illumination-light bundle into three-primary-colors light, the color composition system 111 is arranged between a liquid crystal panel 109 and the projection lens 112. The concrete method of using an integrator for a liquid crystal projector is stated to JP,3-111806,A in detail.

[0004] Although there is high-definition TV as media with the promising future, the display of this high-definition TV becomes [ 3:4 which is the aspect ratio of 9:16 and is the aspect ratio of television of NTSC ], and is oblong. In the liquid crystal projector for high-definition TV, the aspect ratio of the rectangle lens contained in two lens plates of an integrator is the 9:16 [ same ] as the aspect ratio of the display of a liquid crystal panel. The example of a configuration of the integrator in this case is shown in drawing 2 (A) and (B). The 1st lens plate 103 is the configuration of having arranged 15 rectangle lenses 202 of an aspect ratio 9:16 in the shape of a matrix, and the whole lens plate is the magnitude which is mostly inscribed in the reflector 102 in drawing 1. The 2nd lens plate 104 is the completely same configuration as the 1st lens plate 103, and the light source image

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

105 which is an image of the light-emitting part of the light source lamp 101 is formed in the core of each rectangle lens.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the integrator [ aspect ratio ] using the rectangle lens of 9:16, the blank field 204 without a light source image exists between each light source image 105 made on the 2nd lens plate, and the 2nd lens plate is large beyond the need. When the lighting system with the large 2nd lens plate was used for the liquid crystal projector, there were troubles -- the irregular color by the angular dependence of a color separation system or a color composition system occurs, or there is the need of making a projection lens large beyond the need. Moreover, there was a trouble that the size of a color separation system became large.

[0006] Furthermore, since the array of the light source image 105 of the 2nd lens plate 104 and the pixel array of a liquid crystal panel were not in agreement when a micro-lens array tends to be arranged and it is going to raise the effective numerical aperture of a liquid crystal panel to the flux of light incidence side of a liquid crystal panel, there was a trouble that a micro-lens array could not be used.

[0007] Then, the place which this invention solves such a trouble and is made into the purpose is offering the lighting system which made size of the 2nd lens plate as small as possible in the lighting system which used the integrator. Moreover, by using this lighting system for a projection mold display, an optical-path design and the design of a projection lens are easy, and are realizing the projection mold display in which graphic display with size it is small, and is bright and highly defined is possible. Furthermore, it is offering the still brighter high projection mold display of efficiency for light utilization by considering as the configuration which can use the micro-lens array which raises the effective numerical aperture of a liquid crystal panel.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The reflector by which the lighting system of this invention reflects the radiation flux of light from a light source lamp and said light source lamp in an one direction, It has two lens plates arranged at right angles to the medial axis of the flux of light reflected from said reflector. It is the configuration in which the 1st lens plate arranged between said two lens plates at said reflector side has arranged two or more rectangle lenses closely. In the lighting system which the 2nd lens plate arranged by carrying out fixed \*\*\*\*\* from said 1st lens plate is the configuration which has arranged two or more lenses closely, and illuminates the candidate for lighting of a rectangle perpendicular to the medial axis of said flux of light to homogeneity It is characterized by having made the same the array of said rectangle lens contained in said 1st lens plate, and the array of said lens contained in said 2nd lens plate, and considering as a configuration so that the aspect ratio of said whole 1st lens plate may differ from the aspect ratio of said whole 2nd lens plate.

[0009] It is characterized by having set the aspect ratio of said whole 1st lens plate to about 1:2, and setting the aspect ratio of said whole 2nd lens plate to about 1:1.

[0010] It is characterized by having arranged the polarization beam splitter and the polarization conversion system constituted including 1/2 wavelength plate between said reflectors and said 1st lens plates.

[0011] It is characterized by having irradiated the light equipment which consists of said light source lamps and said reflectors at 2'sequence' preparation, and irradiating each outgoing beam at juxtaposition at said 1st lens plate.

[0012] It is characterized by having set to 9:16 the aspect ratio of said rectangle lens contained in said 1st lens plate, and making mostly into a square said lens contained in said 2nd lens plate.

[0013] It is characterized by having set to 9:16 the aspect ratio of said rectangle lens contained in said 1st lens plate, and making mostly into forward six square shapes said lens contained in said 2nd lens plate.

[0014] The liquid crystal panel which the projection mold display of this invention modulates the flux of light from a lighting system and said lighting system, and forms an optical image, In a projection mold display equipped with the projection optical system which carries out the enlarged display of the optical image formed on said liquid crystal panel on a screen It is characterized by for said lighting system being a lighting system according to claim 1, arranging a lens near said liquid crystal panel, and forming the image of the flux of light outgoing radiation section of said lighting system in the entrance pupil of said projection optical system.

[0015] In a projection mold display equipped with the liquid crystal panel which modulates the flux of light from a lighting system and said lighting system, and forms an optical image, and the projection optical system which carries out the enlarged display of the optical image formed on said liquid crystal panel on a screen Said

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

lighting system reflects the radiation flux of light from a light source lamp in an one direction by the reflector. Are the lighting system which equalizes outgoing radiation light with two lens plates, and to said lighting-system side of said liquid crystal panel, arrange an parallel-ized lens and the emission flux of light from said lighting system is made parallel. It equips with a micro-lens array between said liquid crystal panels and said parallel-ized lenses, and is characterized by forming the image of the flux of light outgoing radiation section of said lighting system on the pixel of said liquid crystal panel by each micro lens contained in said micro-lens array.

[0016] Said lighting system is characterized by being a lighting system according to claim 1.

[0017] Said micro-lens array is characterized by consisting of 6 square-shape-like micro lenses.

[0018]

[Example] Hereafter, the lighting system and projection mold display by this invention are explained to a detail based on a drawing.

[0019] The fundamental example of a configuration of the lighting system of this invention is shown in drawing 3. The example of a configuration is shown in drawing 3. It is reflected by the reflecting mirror 102 and the flux of light which the light source lamp 101 is the light source near points, such as a halogen lamp, a metal halide lamp, and a xenon lamp, and is emitted from a light-emitting part turns into the flux of light near in parallel. The 1st lens plate 301 of an integrator is the configuration of having arranged in in the shape of a matrix the rectangle lens which is similarity in the configuration for lighting, and since it is shown [ \*\*\*\*\* ] when illuminating the liquid crystal panel 109 which has the aspect ratio of 16:9 here, the aspect ratio of a rectangle lens is also 9:16. Moreover, the configuration of the 1st lens plate 301 whole is a configuration near the square inscribed in the reflector 102 which is a circular configuration. On the other hand, the 2nd lens plate 302 has the composition of having put the square lens in order in the same array as the rectangle lens in the 1st lens plate 301, by the 2nd lens plate 302 whole, vertical size is the same as the 1st lens plate 301, and horizontal size has dropped to about 1/2 of the 1st lens. The light source image 105 is formed in the core of each forward rectangular lens in the 2nd lens plate, and a blank field which was seen by drawing 2 (B) does not exist. Thus, in order to make the light source image 105 in the 2nd lens plate 302 arrange closely, the lens optical axis 303 of the rectangle lens in the 1st lens plate 301 is slightly shifted from the rectangle core 304. That is, 3 \*\*\*\*\* , in the train of inner left-hand side, the lens optical axis 303 is shifted in the direction of a main train, and the lens optical axis 303 is shifted in the direction of a main train also in a right-hand side train. Therefore, as for the light source image 105 in the 2nd lens plate 302, only a longitudinal direction is compressed.

[0020] Thus, that the size of the 2nd lens plate becomes small has an advantage in the optical system of a projection mold display. As shown in drawing 3, the white light bundle which carries out outgoing radiation from the 2nd lens plate 302 carries out incidence of the flux of light to the color separation system 107 for separating into three-primary-colors light next. Since the color separation system 107 is constituted by the dichroic mirror and the color separation property has angular dependence, dispersion in the include angle of incoming beams has the one where the apparent light source is smaller in the inclination to become small and for a color separation property to become good. Moreover, the size of the color separation system 107 can be built so small that the size of the 2nd lens plate 302 becomes small. Furthermore, since the image of the 2nd lens plate 302 is formed into the entrance pupil of the projection lens 112 in drawing 1, if the size of the 2nd lens plate 302 is small, the size of a projection lens can also be small built with a projection mold display. Or since the flux of light which carries out incidence to a projection lens seldom passes the periphery of the effective diameter of a projection lens, the resolution of a projection image improves.

[0021] Drawing 4 is drawing showing the example of a configuration of the lighting system by this invention. With the lighting system used for a projection mold display, in order to make the whole equipment into a thin shape, the configuration which applied this invention using the reflector which cut the upper and lower sides in such a case is shown. Since the upper and lower sides are cut, as for the cross section of the flux of light which carries out outgoing radiation, the reflector 102 serves as a configuration near an ellipse. Therefore, the 1st lens plate 401 serves as an oblong array, as shown in drawing. If the approach shown previously and the approach of shifting similarly the lens optical axis of the rectangle lens contained in the 1st lens plate 401 from a rectangle core are used, the light source image 105 formed in the 2nd lens plate 402 can be arranged closely, and the rectangle lens contained in the 2nd lens plate 402 can be made into the configuration near a square like a previous example. Also by this example, the breadth e of the 2nd lens plate 402 becomes quite smaller than the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

breadth d of the 1st lens plate 401, and the configuration of the 2nd lens plate 402 whole becomes close to a square. Since the entrance pupil of the projection lens used for a projection mold display is generally circular, it is not oblong, and the use effectiveness of a thing [ like the 1st lens plate 401 ] whose configuration of the 2nd lens plate 402 is and which is circularly become near of the flux of light improves while making the design of a projection lens easy.

[0022] Next, the example of a configuration of the lighting system of this invention at the time of using two light source lamps is shown in drawing 5 . Two pieces are arranged at juxtaposition, and the light source lamp 101 and the light equipment which consists of reflectors 102 are arranged at the outgoing radiation section of the flux of light so that the 1st lens plate 501 of an integrator may cover the cross section of the flux of light mostly. Therefore, the 1st lens plate 501 has the ratio of length and width close to 1:2. On the other hand, as for the 2nd lens plate 502, only a longitudinal direction is compressed, and breadth g of the 2nd lens plate 502 is made about [ of the breadth f of the 1st lens plate 501 ] into about 1/2. Since it becomes a configuration with the 2nd lens plate 502 near a square since the aspect ratio of the rectangle lens 501 contained in the 1st lens plate 501 is 9:16 too, and each rectangle lens serves as a square, a light source image is arranged at homogeneity at the 2nd lens plate 502 whole. In a projection mold display, the image of the 2nd lens plate 502 which is the secondary light source is formed in the entrance pupil of a projection lens, and since the entrance pupil is circular, its adjustment with the square secondary light source is good. Since it makes it possible to switch off one of lamps when you seldom need brightness, it is an advantageous approach for energy saving to use two light equipment in a projection mold display. Moreover, when the PDLC component for which a liquid crystal panel 109 controls incoming beams by the dispersion degree is used, one of lamps are switched off and there is a merit that a contrast ratio can be doubled. In addition, the 1st lens plate 501 can lessen eccentricity of the rectangle lens which is contained in the 1st lens plate 501 and which carried out eccentricity by arranging two lens plates to the inner sense a little, as shown in drawing 5 .

[0023] Drawing 6 (A) and (B) are drawings having shown the example which constitutes efficient polarization light equipment with the application of this invention. It is reflected by the reflector 102, and incidence of the radiation flux of light of the light source lamp 101 is carried out to an aspheric lens 601, and it is made into the parallel flux of light by homogeneity. A reflector 102 distributes the flux of light with the bad parallelism reflected in a core to the periphery of an aspheric lens 601, and carries out incidence of the flux of light with the sufficient parallelism reflected by the periphery of a reflector to the inner sense a little to an aspheric lens 601. Therefore, incidence of the flux of light with almost uniform angular distribution is carried out to an aspheric lens 601, and an aspheric lens 601 changes the chief ray of each flux of light in the direction almost parallel to an optical axis. Thus, it is required to build the parallel and uniform flux of light in order to suppress the effect of the angular dependence of a polarization beam splitter 602 which carries out incidence next to the minimum. A polarization beam splitter 602 makes p-polarization which carries out incidence penetrate, and reflects s-polarization at the include angle of 90 degrees. Since it will be reflected without p-polarization penetrating, in order to make effectiveness high, especially at the include angle beyond it, it is necessary to carry out incidence of the polarization beam splitter 602 by the uniform and parallel flux of light, although the angular dependence does not pose [ the include-angle range of the flux of light which carries out incidence ] a problem within \*\*5 times. Now, p-polarization penetrates a polarization beam splitter 602, it is further reflected with a reflecting mirror 603, and reflected s-polarization goes in the almost same direction as p-polarization. The flux of light reflected with the reflecting mirror 603 passes lambda/2 plate 604 in order to change the polarization direction into p-polarization. Therefore, incidence of the two flux of lights in which the polarization directions carry out outgoing radiation together is carried out to the 1st lens plate 605 next. The configuration of the 1st lens plate 605 is oblong like the case of drawing 5 , and the aspect ratio of the rectangle lens contained in the 1st lens plate 605 is 9:16. The whole configuration is a square mostly like [ plate / 606 / 2nd lens ] the case of drawing 5 . In the liquid crystal projector which uses a liquid crystal panel as a modulation element, in order to use only one polarization among the flux of lights which carry out incidence to a liquid crystal panel 109, the lighting system which changes all the radiation flux of lights from the light source lamp 102 into the same polarization light in this way is effective in raising the use effectiveness of light twice [ about ]. Moreover, this lighting system may be constituted like drawing 6 (B). In this case, the configuration of the polarization beam splitter 602 in drawing 6 (A) and a reflecting mirror 603 is arranged to two symmetry to an optical axis. However, the reflecting mirror 603 in drawing 6 (A) is replaced by the prism 607 of the triangle pole here. The flux of light which carried out

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

incidence to two polarization beam splitters 602 penetrates p-polarization as it is, and s-polarization is divided into two and reflected by prism 607. Although a monotonous reflecting mirror is sufficient, if this prism 607 is constituted from prism, it can make a reflector total reflection, and if all of five fields of triangular prisms are made into an optical flat side, it can only return the flux of light which is going to leak from prism 607 inside by total reflection. Since thickness of a polarization beam splitter can be made into one half and an optical path is shortened in one half with this configuration, it is very advantageous efficiently.

[0024] Drawing 7 (A) and (B) are drawings showing the example of a configuration of the integrator used for the lighting system of this invention. As shown in drawing 7 (A), a sequence of the rectangle lens located in a line with the grid-like line writing direction instead of a matrix array shifts only the one half of the width of face of a rectangle lens to a sequence of the upper and lower sides, and the 1st lens plate 701 is arranged. The rectangle lens of each is the aspect ratio of 9:16 too, and the aspect ratio of the whole lens plate is 1:2. As shown in drawing 7 (B), each rectangle lens of near and the whole lens plate is [ the 2nd lens plate 702 ] circularly close to a square. Moreover, each lens contained in the 2nd lens plate 702 may be six square shapes. Thus, it is the array which suited when a micro-lens array was used for the liquid crystal panel of a liquid crystal projector so that the light source image 105 made on the 2nd lens plate 702 may also serve as the same array and may be described later, when the rectangle lens of the direction of a train is arranged to zigzag.

[0025] Drawing 8 (A) and (B) are the configurations at the time of moving a sequence of the lens of the direction of a train alternately up and down. The aspect ratio of the rectangle lens which the 1st lens plate 801 whole is an aspect ratio 1:2, and is contained also in this case is 9:16. The 2nd lens plate 802,803 can consider two kinds in the case of being the case where the configuration of a configuration lens is a square mostly, and six square shapes, as shown in drawing 8 (B). When it constitutes from six square shapes, it is possible to make it forward six square shapes, and the breadth of the 2nd lens plate 803 becomes smaller than the case of the 2nd lens plate 802 constituted from a square lens at this time. Moreover, in six square shapes, in order to approach more nearly circularly than a square, the light source image 105 becomes easy to be settled.

[0026] The configuration of the integrator in drawing 9 (A) and (B) is considered in order to bring the 2nd lens plate 902 close circularly. The number of the rectangle lenses of the direction of a train in the 1st lens plate 901 makes [ many ] the number like the core. The lens of a core consists of five square shapes, and a periphery consists of six square shapes for the 2nd lens plate 902. Moreover, these lenses may be squares. Since the 2nd lens plate 902 can be made almost circular, when the integrator of this configuration is used for a projection mold indicating equipment, it excels in this configuration at matching nature with the entrance pupil of a projection lens.

[0027] The fundamental configuration of the projection mold display of this invention is shown in drawing 10 . The description of this projection mold display is in the place which used together the micro-lens array which raises the effective numerical aperture of an illumination system and a liquid crystal panel which used the integrator. The light source lamp 101 and the light equipment by the reflector 102 are the same as that of what was already described. The flux of light which carries out outgoing radiation passes an aspheric lens 1001, and is changed into the uniform and parallel flux of light. An integrator carries out superposition image formation of two or more flux of lights which a 1st lens plate 103, a 2nd lens plate 104, and an attachment lens 106 were consisted of, and were started with the 1st lens plate 103 on a liquid crystal panel 109. The parallel-ized lens 108 is for making perpendicular to a liquid crystal panel 109 the chief ray of the flux of light which makes parallel the emission flux of light from the 2nd lens plate 104 as the secondary light source, and carries out incidence to a liquid crystal panel 109. A liquid crystal panel 109 is the configuration that the pixel has been arranged in the shape of Mattox, all pixels are usually equipped with each switching element, and the black stripe 1007 is formed in the switching element and the surrounding wiring part so that light may not reach. Therefore, the usual liquid crystal panel makes light penetrate only opening of the black stripe 1007, and a numerical aperture is usually about 25 - 50%. Therefore, in order to make it incoming beams pass a liquid crystal panel efficiently, it is necessary to carry out a certain work, and with the conventional technique, there is a method of using the micro-lens array corresponding to a pixel by one to one. By the conventional approach, incidence of the flux of light parallel possible to a liquid crystal panel was carried out, and incoming beams were centralized on opening of a black stripe by the micro lens corresponding to a pixel. Also in this configuration, the lens array substrate 1008 is formed in the flux of light incidence side of a liquid crystal panel 109, and the effective numerical aperture of a liquid crystal panel 109 is raised by the micro lens 1003.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

However, with this configuration, since the integrator is used, the flux of light which passed the micro lens 1003 passes opening of the pixel of the same number as the number of the light source images 105 formed on the 2nd lens plate 104. That is, the image of the 2nd lens plate 104 is formed in the liquid crystal layer 1004 of a liquid crystal panel 109 of a micro lens 1003, and the light source image 1002 made there has all in pixel opening. Therefore, as for the flux of light which carried out incidence to the lens array substrate 1008, all pass a liquid crystal panel 109. In this case, unlike a configuration, not to necessarily make the number of micro lenses conventionally the same as the number of pixels, and what is necessary is just 1 for an integer of the number of pixels. A concrete configuration is described below.

[0028] Drawing 11 (A) and (B) are drawings having shown the example of the combination of the integrator used for the projection mold display of this invention, a liquid crystal panel, and a micro-lens array. As shown in drawing 11 (A), the array of the light source image 105 in the 2nd lens plate 1101 is the same as the pixel array of the liquid crystal panel 1103 in drawing 11 (B). One pixel is near and the mosaic array put in order tidily in all directions at a square like [ in this case ] in the pixel array of the usual liquid crystal panel. Image formation of two or more light source images 105 on the 2nd lens plate 1101 is further carried out by the micro lens 1104 as a light source image 1107 on a liquid crystal panel 1103. 16 light source images 1107 shown in drawing 11 (B) are formed of the micro lens 1104 of the core in drawing. Since all the light source images 1107 pass the opening 1105 of a liquid crystal panel 1103 well, the effective numerical aperture of a liquid crystal panel becomes 100%. The micro lens 1104 supports four pixels at one rate by this example. it is better to use a to some extent large lens like this example, since the size of a micro lens becomes very small in that case and the problem of the quantity of light loss by diffraction occurs, although one to one appears in a pixel comparatively and a micro lens 1104 may be formed in it. The lens array of a refractive-index distribution pattern with which this micro-lens array is usually built by the ion-exchange method is used. Moreover, each micro lens can be used as a highly precise lens with little aberration by being arranged minute, as the shape of 6 square shapes as shown in drawing.

[0029] Drawing 12 (A) and (B) show another example of combination of an integrator, a liquid crystal panel, and a micro-lens array. The pixel array of the liquid crystal panel in this case is the so-called delta array by which the pixel of the direction of a train has been arranged at zigzag, as shown in drawing 12 (B). This delta array of this array is common in the veneer method which is especially an array suitable for the display of a natural image, and carries the color filter of three colors and displays a color picture on the pixel of a liquid crystal panel of one sheet. The light source image 105 in the 2nd lens plate 1201 is the same as the pixel array of a liquid crystal panel 1203. The configuration of this 2nd lens plate 1201 is the same as the configuration already shown by drawing 7 (B). The micro lens 1204 arranged on a liquid crystal panel 1203 puts the shape of 6 square shapes in order minute too, and is constituted, and each micro lens carries out re-image formation of the light source image 105 in the 2nd lens plate 1201 as a light source image 1107 on a liquid crystal panel 1203. The core of opening 1105 is made to carry out image formation of all the light source images 1107. In this case, the micro lens 1204 is allotted to three pixels at one rate.

[0030] Drawing 13 (B) is drawing having shown still more nearly another combination. Although the pixel array of a liquid crystal panel 1303 is the same as the delta array drawing 12 (B) Shown in arrangement, in this example, each pixel is a rhombus. The 2nd lens plate 1301 shown in drawing 13 (A) has the composition of having put the rhombus lens 1302 in order closely, as well as the pixel array of a liquid crystal panel. The configuration the configuration of the 1st lens plate corresponding to this array was already indicated to be by drawing 7 (A) is suitable. A micro lens 1304 arranges the lens of six square shapes closely too, and is constituted, and each micro lens 1304 carries out image formation of the image of the light source image 105 in the 2nd lens plate 1301 as a light source image 1107 in opening 1105.

[0031] The example of a configuration of the projection mold display of this invention is shown in drawing 14 . This example of a configuration divides the white light bundle from a lighting system into the three primary colors by the color separation system, and the example of 3 plate methods which modulate each primary lights with a liquid crystal panel is shown. The lighting system using an integrator with which the lighting system 1400 was already explained is used. The lighting system which has a polarization conversion system is shown by drawing 14 . Incidence of the white light bundle (W) which carried out outgoing radiation of the lighting system 1400 is first carried out to the yellow reflective dichroic mirror 1401, and it separates into the blue glow (B) to penetrate, the red light (R) to reflect, and green light (G). Blue glow is bent with a reflecting mirror 1402

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

next, incidence of the red light is carried out to the green reflective dichroic mirror 1403, and it is divided into green, and the red light to penetrate and the green light to reflect. It consists of dichroic mirrors 1401 and 1403 of these two sheets, and a reflecting mirror 1402 the color separation systems already explained by drawing 1. Incidence of the blue glow which carries out outgoing radiation of this color separation system, green light, and the red light is carried out to the parallel-ized lenses 1404a, 1404b, and 1404c, respectively, and they are changed into parallel light. And next, incidence is carried out to liquid crystal panels 1405a, 1405b, and 1405c, it becomes irregular, and the optical image corresponding to each color is formed on a liquid crystal panel. When using the micro-lens array which raises the effective numerical aperture of a liquid crystal panel, as already stated, it is arranged just before liquid crystal panels 1405a, 1405b, and 1405c, and is usually stuck on a liquid crystal panel. A blue glow bundle and a green light bundle are compounded by one with the green light reflective dichroic mirror 1406 among the flux of lights modulated with the liquid crystal panel. On the other hand, red light is reflected by the reflecting mirror 1407. Incidence of each flux of light is further carried out to the projection lens 1410. This projection lens 1410 consists of lens groups by the side of the lens groups 1408a and 1408b arranged at the two flux of light incidence sections, the blue green reflective dichroic mirror 1409 for compounding to one the two flux of lights which carried out incidence, and flux of light outgoing radiation. All of these components are unified and constituted. This projection lens 1410 is specially arranged, in order to enlarge a projection dilation ratio, and it may usually omit the lens groups 1408a and 1408b. However, it is necessary to arrange a condenser lens which was already explained to the outgoing radiation side of liquid crystal panels 1405a, 1405b, and 1405c by drawing 1 in that case. Image formation of the flux of light which carried out outgoing radiation of the projection lens 1410 is carried out on a screen 1411, and a color image is displayed.

[0032]

[Effect of the Invention] The whole secondary light source can be made into the minimum size by constituting so that the aspect ratio of the 1st lens plate may differ from the aspect ratio of the 2nd lens plate in the lighting system using an integrator according to this invention as stated above, and arranging closely the light source image made on the 2nd lens plate. Moreover, when the flux of light cross section from light equipment is oblong, only a longitudinal direction can compress the flux of light and an aspect ratio can make the configuration of the whole secondary light source the configuration near 1:1.

[0033] Moreover, in the projection mold display of this invention, by using the above-mentioned lighting system, size of a color separation system can be made small and size of a projection lens can be further made small. Therefore, a small projection mold display is realizable.

[0034] Moreover, in the projection mold display of this invention, by using the illumination system which used the integrator, arranging a micro-lens array further just before a liquid crystal panel, and forming a light source image in opening of a liquid crystal panel by each micro lens, the effective numerical aperture of a liquid crystal panel can be made 100%, and the high projection mold display of efficiency for light utilization can be realized. If the lighting system of this invention using a polarization conversion system is furthermore used to the projection mold display of this invention, efficiency for light utilization can be raised further and a bright high-definition projection mold display can be realized.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

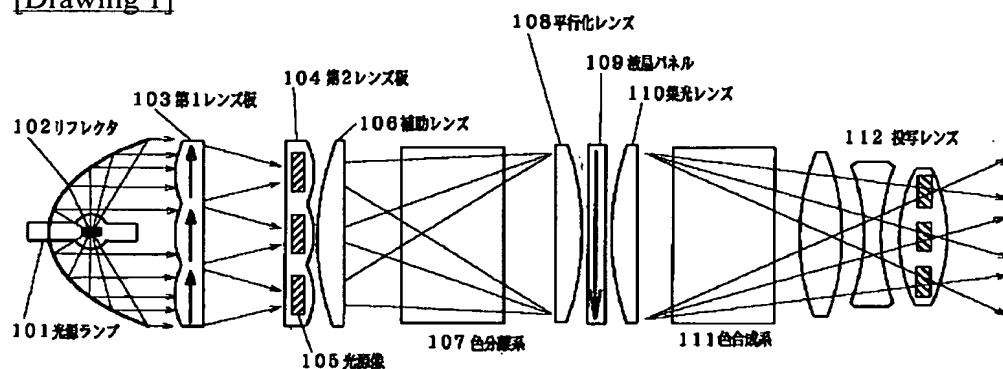
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

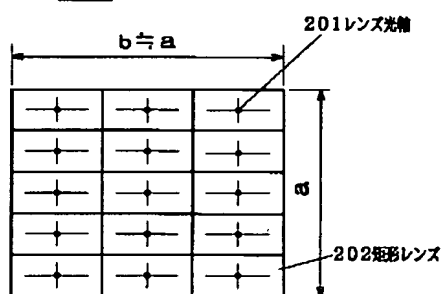
[Drawing 1]



[Drawing 2]

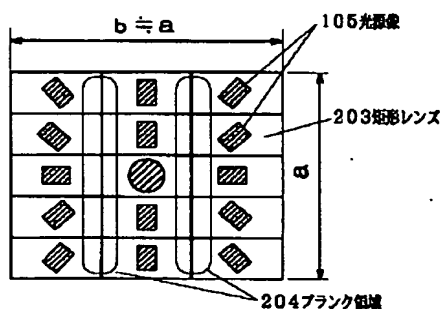
(A)

103 第1レンズ板



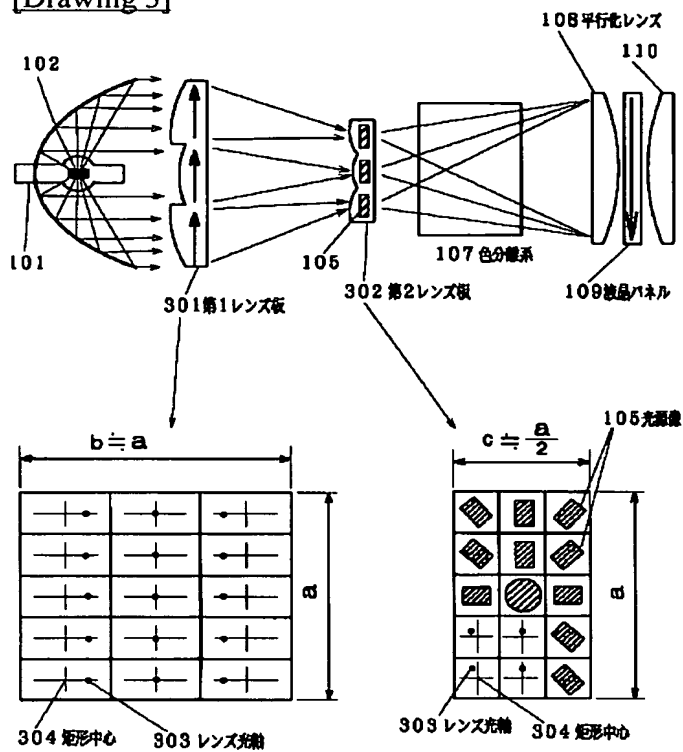
(B)

104 第2レンズ板

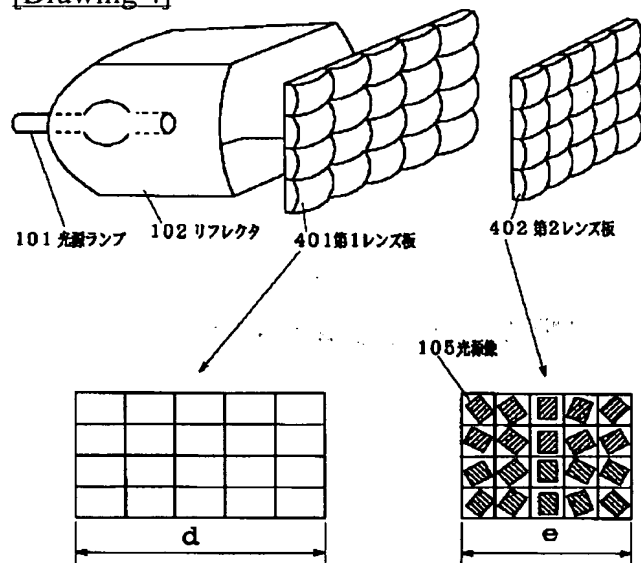


**THIS PAGE BLANK**

[Drawing 3]

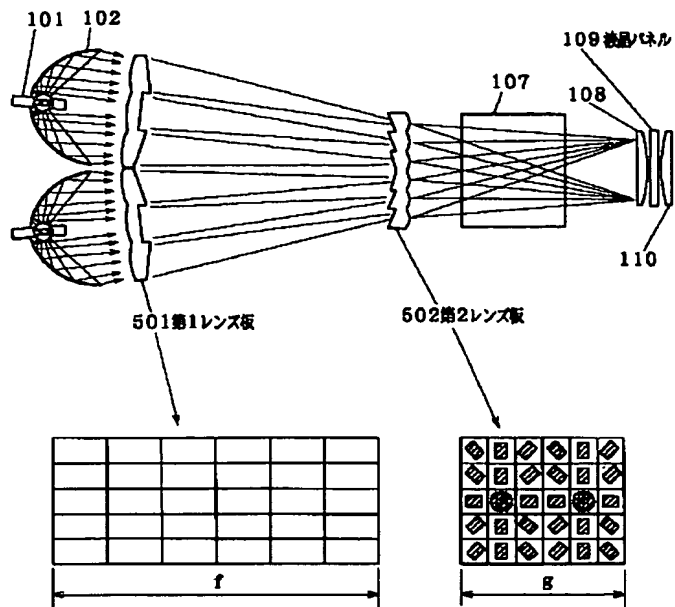


[Drawing 4]



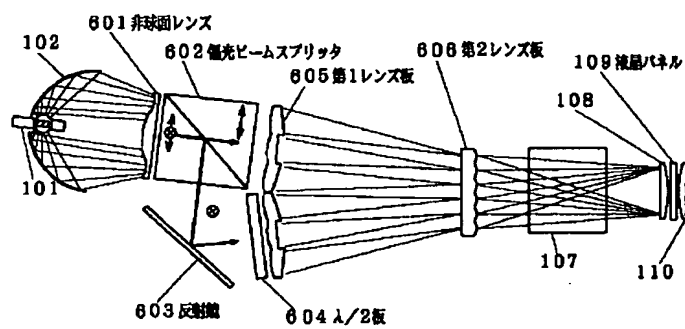
[Drawing 5]

**THIS PAGE BLANK (USPTO**



[Drawing 6]

(A)

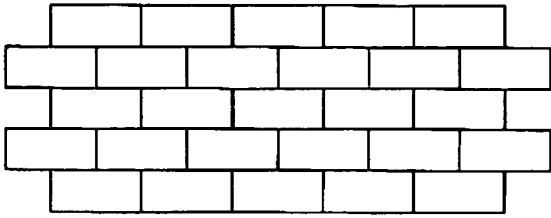


(B)

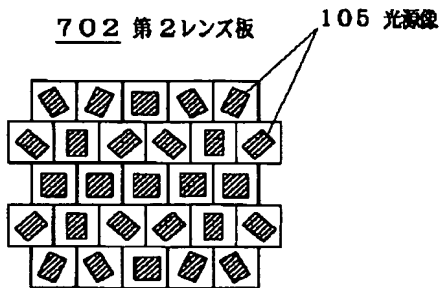
[Drawing 7]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(A)

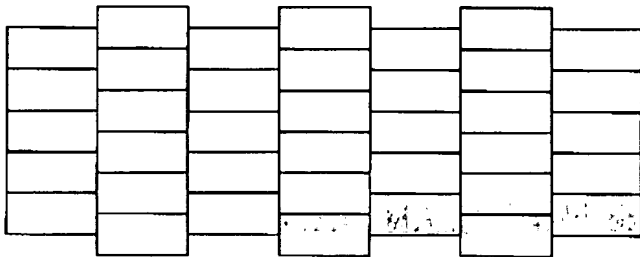
701 第1 レンズ板

(B)

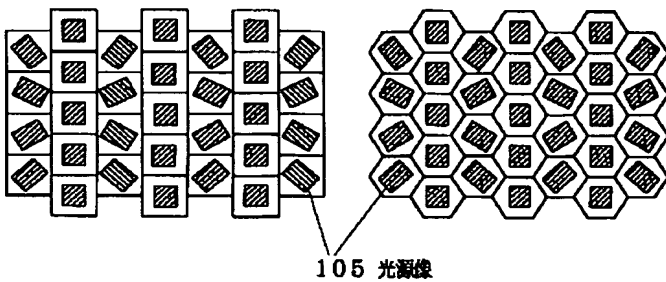
702 第2 レンズ板

[Drawing 8]

(A)

801 第1 レンズ板

(B)

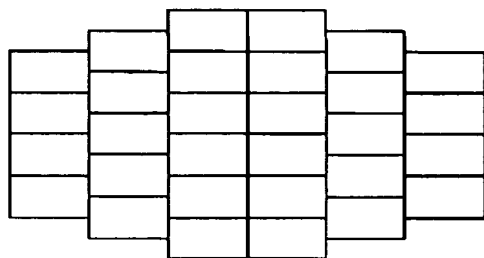
802 第2 レンズ板803 第2 レンズ板

[Drawing 9]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

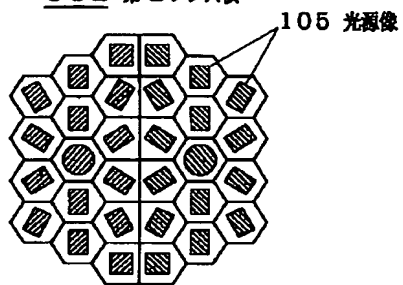
(A)

901 第1 レンズ板

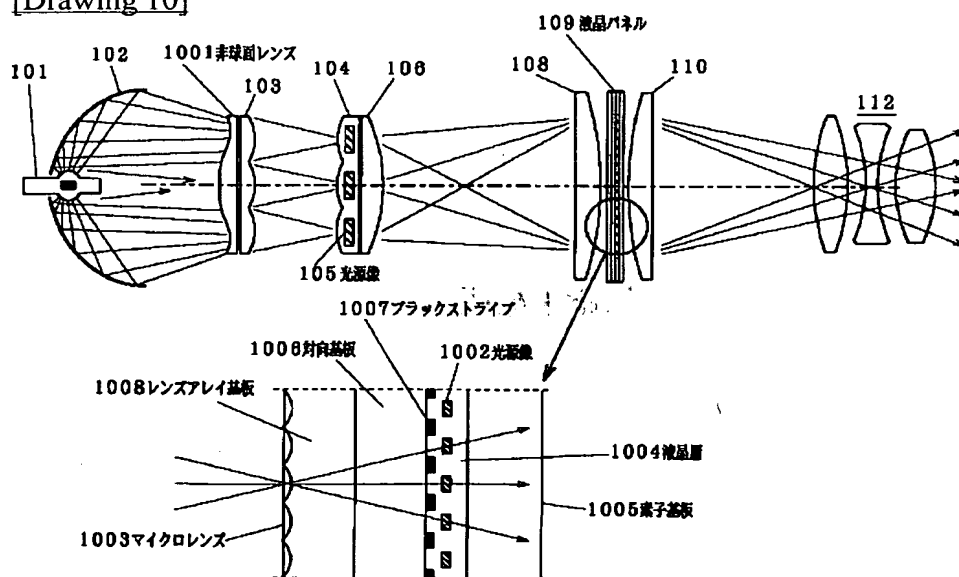


(B)

902 第2 レンズ板



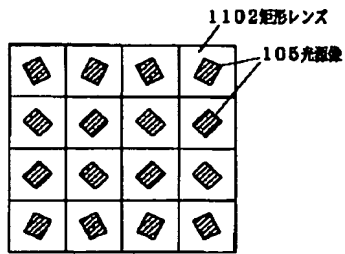
[Drawing 10]



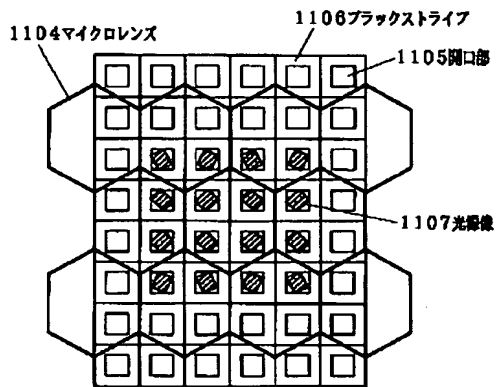
[Drawing 11]

**THIS PAGE BLANK (0)**

(A)

1101 第2レンズ板

(B)

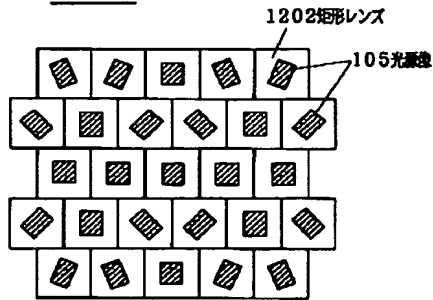
1103 液晶パネル

[Drawing 12]

**THIS PAGE BLANK**

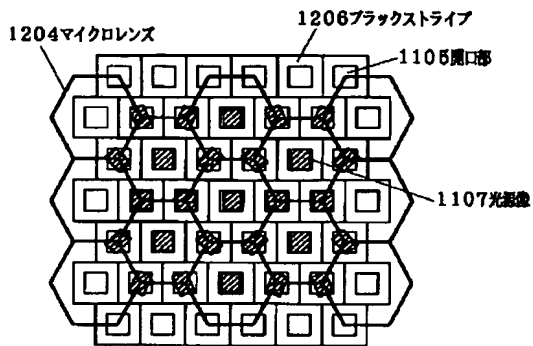
(A)

1201 第2レンズ板



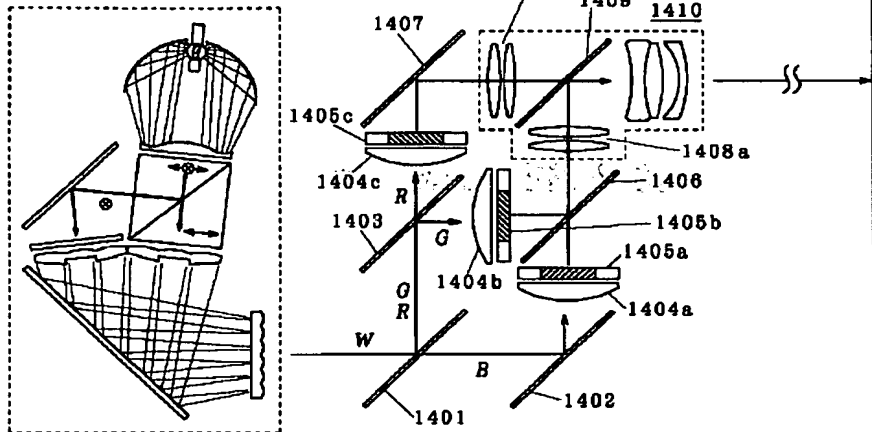
(B)

## 1203 液晶パネル



[Drawing 14]

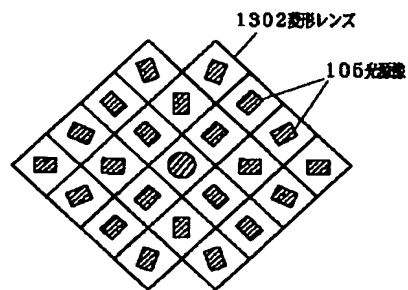
## 1400 照明装置



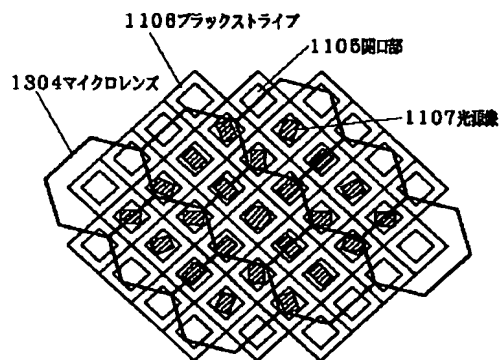
[Drawing 13]

**THIS PAGE BLANK (USP)**

(A)

1301 第2レンズ板

(B)

1303 液晶パネル

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPT**

(19) 日本国特許庁 (J.P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-181392

(43) 公開日 平成7年(1995)7月21日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 19/00

G 0 2 F 1/1335

G 0 3 B 21/14

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

5 3 0

A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平5-328585

(22) 出願日

平成5年(1993)12月24日

(71) 出願人

000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者

中山 唯哲

長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコー

エプソン株式会社内

(74) 代理人

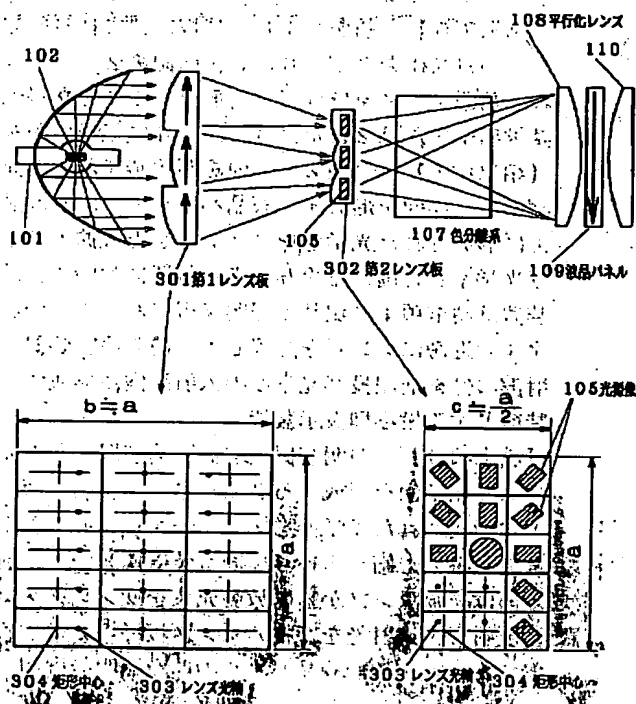
弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 照明装置及び投写型表示装置

(57) 【要約】

【構成】 インテグレータを構成する第1レンズ板301と第2レンズ板302は、それぞれマトリックス状に配置された矩形レンズで構成される。第1レンズ板301を構成する矩形レンズは、液晶パネル109に相似形状で、各矩形レンズのレンズ光軸303は、横方向にシフトしている。従って、第2レンズ板302上に形成される光源像105は、横方向のみ圧縮されて緊密な配置となる。また第2レンズ板302を構成する矩形レンズはほぼ正方形となり、それぞれの矩形レンズのレンズ光軸303は、第1レンズ板301における矩形レンズの像を液晶パネル109上に重畳結像させるようにシフトしている。

【効果】 2次光源のサイズを最小にすることができ、この照明装置を用いた投写型表示装置では、色分離系のサイズが小さくなり、また投写レンズの設計が容易になる。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源ランプと、前記光源ランプからの放射光束を一方向に反射するリフレクタと、前記リフレクタから反射される光束の中心軸に垂直に配置された2枚のレンズ板とを備え、前記2枚のレンズ板のうち前記リフレクタ側に配置された第1レンズ板が複数の矩形レンズを緊密に配置した構成であり、前記第1レンズ板から一定距離離して配置された第2レンズ板が複数のレンズを緊密に配置した構成であり、前記光束の中心軸に垂直な矩形の照明対象を均一に照明する照明装置において、前記第1レンズ板に含まれる前記矩形レンズの配列と前記第2レンズ板に含まれる前記矩形レンズの配列を同じにし、前記第1レンズ板全体の縦横比と前記第2レンズ板全体の縦横比が異なるように構成したことを特徴とする照明装置。

【請求項2】 前記第1レンズ板全体の縦横比をほぼ1:2とし、前記第2レンズ板全体の縦横比をほぼ1:1としたことを特徴とする請求項1に記載の照明装置。

【請求項3】 前記リフレクタと前記第1レンズ板との間に、偏光ビームスプリッタと、1/2波長板を含んで構成される偏光変換系とを配置したことを特徴とする請求項2に記載の照明装置。

【請求項4】 前記光源ランプと前記リフレクタで構成される光源装置を2系列備え、それぞれの出射光束を前記第1レンズ板に並列に照射したことを特徴とする請求項2に記載の照明装置。

【請求項5】 前記第1レンズ板に含まれる前記矩形レンズの縦横比を9:16とし、前記第2レンズ板に含まれる前記矩形レンズをほぼ正方形としたことを特徴とする請求項1または2または3または4に記載の照明装置。

【請求項6】 前記第1レンズ板に含まれる前記矩形レンズの縦横比を9:16とし、前記第2レンズ板に含まれる前記矩形レンズをほぼ正六角形としたことを特徴とする請求項1または2または3または4に記載の照明装置。

【請求項7】 照明装置と前記照明装置からの光束を変調して光学像を形成する液晶パネルと、前記液晶パネル上に形成された光学像をスクリーン上に拡大表示する投写光学系とを備える投写型表示装置において、前記照明装置は請求項1に記載の照明装置であって、前記液晶パネルの近傍にレンズを配置して、前記照明装置の光束出射部の像を前記投写光学系の入射瞳内に形成することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項8】 照明装置と前記照明装置からの光束を変調して光学像を形成する液晶パネルと、前記液晶パネル上に形成された光学像をスクリーン上に拡大表示する投写光学系とを備える投写型表示装置において、前記照明装置は光源ランプからの放射光束をリフレクタで一方向に反射し、出射光を2枚のレンズ板で均一化する照明装置であって、前記液晶パネルの前記照明装置側に平行化レンズを配置して前記照明装置からの発散光束を平行化

2

し、前記液晶パネルと前記平行化レンズとの間にマイクロレンズアレイを装着し、前記マイクロレンズアレイに含まれる各マイクロレンズによって、前記照明装置の光束出射部の像を前記液晶パネルの画素上に形成することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項9】 前記照明装置が、請求項1に記載の照明装置であることを特徴とする請求項8に記載の投写型表示装置。

【請求項10】 前記マイクロレンズアレイが、六角形状のマイクロレンズで構成されることを特徴とする請求項8または9に記載の投写型表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、矩形の対象を均一に照明する照明装置と、液晶パネルの映像をスクリーン上に拡大表示する投写型表示装置の構成に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 矩形の対象を均一に照明する方法として、2枚のレンズ板で構成されるインテグレートを用いる方法がある。インテグレートは、複数のレンズを緊密に並べた構成のレンズ板、いわゆるフライアイレンズを2枚平行に配置した構成であり、一方のレンズ板に照射される不均一な光束を複数に分割し、各光束を照明対象上に重畳結像させるというものである。

【0003】 インテグレートを用いた照明系を、投写型表示装置の一つである液晶プロジェクターに応用する場合の基本構成を図1に示す。光源ランプ101からの放射光はリフレクタ102で反射され、ほぼ平行な光束となって出射する。第1レンズ板103は複数の矩形レンズをマトリックス状に配列した構成であり、各矩形レンズは第2レンズ板104内の対応する矩形レンズの中心に光源ランプ101の発光部の像を形成する。そして、第1レンズ板103の各矩形レンズの像が第2レンズ板104と補助レンズ106の働きによって、液晶パネル109の表示部に重畳結像される。ここでは第1のレンズ板103と第2のレンズ板104は同じ構成のものが用いられ、各矩形レンズの焦点距離は、両者間の距離に等しい。また、補助レンズ106の焦点距離は補助レンズ106と液晶パネル109間の距離に等しい。平行化レンズ108は、インテグレートからの発散光束を平行化し、液晶パネル109面全体に垂直な光束を入射させるもので、映像のコントラスト比を表示面全体で均一にするために必要である。集光レンズ110は、液晶パネル109を透過した光束を投写レンズ112の入射瞳に集光させるものであり、入射瞳にはインテグレートの第2レンズ板104の像が形成される。液晶パネルを3枚用いてカラー映像を投写表示する3板方式の液晶プロジェクターでは、照明光束を3原色光に分離するために、インテグレートと液晶パネル109の間に色分離系107が配置され、また3枚の液晶パネルを出射した光束を

(3)

3

一つに合成するために、液晶パネル109と投写レンズ112の間に色合成系111が配置される。液晶プロジェクターにインテグレータを用いる具体的な方法は、特開平3-111806号公報に詳しく述べられている。

【0004】将来が有望なメディアとして高精細テレビがあるが、この高精細テレビの表示は9:16のアスペクト比であり、NTSCのテレビジョンのアスペクト比である3:4に比べるとかなり横長になっている。高精細テレビ用の液晶プロジェクターでは、インテグレータの2枚のレンズ板に含まれる矩形レンズの縦横比は、液晶パネルの表示部のアスペクト比と同じ9:16になっている。この場合のインテグレータの構成例を図2

(A)及び(B)に示す。第1レンズ板103は、縦横比9:16の15個の矩形レンズ202をマトリックス状に配列した構成であり、レンズ板全体は、図1におけるリフレクタ102にほぼ内接するような大きさである。第2レンズ板104は、第1レンズ板103と全く同じ構成であり、各矩形レンズの中心には、光源ランプ101の発光部の像である光源像105が形成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、縦横比が9:16の矩形レンズを用いたインテグレータでは、第2レンズ板上にできる各光源像105の間に、光源像のないブランク領域204が存在し、第2レンズ板が必要以上に大きくなっている。第2レンズ板が大きい照明装置を液晶プロジェクターに用いると、色分離系や色合成系の角度依存性による色むらが発生したり、投写レンズを必要以上に大きくする必要があるなど問題点があった。また、色分離系のサイズが大きくなるという問題点があった。

【0006】さらに、液晶パネルの光束入射側にマイクロレンズアレイを配置して液晶パネルの実効開口率を向上させようとする場合には、第2レンズ板104の光源像105の配列と液晶パネルの画素配列が一致しないため、マイクロレンズアレイを使用できないという問題点があった。

【0007】そこで、本発明はこのような問題点を解決するもので、その目的とするところは、インテグレータを用いた照明装置において、第2レンズ板のサイズを可能な限り小さくした照明装置を提供することである。また、この照明装置を投写型表示装置に使用することにより、光路設計や投写レンズの設計が容易でサイズが小さく、しかも明るく高品位な映像表示が可能な投写型表示装置を実現することである。また、さらに液晶パネルの実効開口率を向上させるマイクロレンズアレイを使用できる構成とすることによって、さらに明るく光利用効率の高い投写型表示装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の照明装置は、光源ランプと、前記光源ランプからの放射光束を一方方向に

4

反射するリフレクタと、前記リフレクタから反射される光束の中心軸に垂直に配置された2枚のレンズ板とを備え、前記2枚のレンズ板のうち前記リフレクタ側に配置された第1レンズ板が複数の矩形レンズを緊密に配置した構成であり、前記第1レンズ板から一定距離離して配置された第2レンズ板が複数のレンズを緊密に配置した構成であり、前記光束の中心軸に垂直な矩形の照明対象を均一に照明する照明装置において、前記第1レンズ板に含まれる前記矩形レンズの配列と前記第2レンズ板に含まれる前記レンズの配列を同じにし、前記第1レンズ板全体の縦横比と前記第2レンズ板全体の縦横比が異なるように構成としたことを特徴とする。

【0009】前記第1レンズ板全体の縦横比をほぼ1:2とし、前記第2レンズ板全体の縦横比をほぼ1:1としたことを特徴とする。

【0010】前記リフレクタと前記第1レンズ板との間に、偏光ビームスプリッタと、1/2波長板を含んで構成される偏光変換系とを配置したことを特徴とする。

【0011】前記光源ランプと前記リフレクタで構成される光源装置を2系列備え、それぞれの出射光束を前記第1レンズ板に並列に照射したことを特徴とする。

【0012】前記第1レンズ板に含まれる前記矩形レンズの縦横比を9:16とし、前記第2レンズ板に含まれる前記レンズをほぼ正方形としたことを特徴とする。

【0013】前記第1レンズ板に含まれる前記矩形レンズの縦横比を9:16とし、前記第2レンズ板に含まれる前記レンズをほぼ正六角形としたことを特徴とする。

【0014】本発明の投写型表示装置は、照明装置と前記照明装置からの光束を変調して光学像を形成する液晶パネルと、前記液晶パネル上に形成された光学像をスクリーン上に拡大表示する投写光学系とを備える投写型表示装置において、前記照明装置は請求項1に記載の照明装置であって、前記液晶パネルの近傍にレンズを配置して、前記照明装置の光束出射部の像を前記投写光学系の入射瞳内に形成することを特徴とする。

【0015】照明装置と前記照明装置からの光束を変調して光学像を形成する液晶パネルと、前記液晶パネル上に形成された光学像をスクリーン上に拡大表示する投写光学系とを備える投写型表示装置において、前記照明装置は光源ランプからの放射光束をリフレクタで一方方向に反射し、出射光を2枚のレンズ板で均一化する照明装置であって、前記液晶パネルの前記照明装置側に平行化レンズを配置して前記照明装置からの発散光束を平行化し、前記液晶パネルと前記平行化レンズとの間にマイクロレンズアレイを装着し、前記マイクロレンズアレイに含まれる各マイクロレンズによって、前記照明装置の光束出射部の像を前記液晶パネルの画素上に形成することを特徴とする。

【0016】前記照明装置が請求項1に記載の照明装置であることを特徴とする。

(4)

5

【0017】前記マイクロレンズアレイが、六角形状のマイクロレンズで構成されることを特徴とする。

【0018】

【実施例】以下、本発明による照明装置及び投写型表示装置について、図面に基づき詳細に説明する。

【0019】本発明の照明装置の基本的な構成例を図3に示す。構成例を図3に示す。光源ランプ101は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプなど点に近い光源で、発光部から放射される光束は、反射鏡102に反射され平行に近い光束となる。インテグレート10の第1レンズ板301は、照明対象の形状に相似である矩形レンズをマトリックス状に並べた構成であり、ここでは16:9のアスペクト比をもつ液晶パネル109を照明する場合として示されているため、矩形レンズの縦横比も9:16となっている。また、第1レンズ板301全体の形状は、円形形状であるリフレクタ102に内接する正方形に近い形状となっている。一方第2レンズ板302は、正方形のレンズを第1レンズ板301における矩形レンズと同じ配列で並べた構成となっており、第2レンズ板302全体では縦のサイズが第1レンズ板301と同じで、横のサイズは第1レンズの約2分の1になっている。第2レンズ板における各正方形レンズの中心部には光源像105が形成され、図2

(B)で見られたようなブランク領域は存在しない。このように、第2レンズ板302における光源像105を緊密に配列させるために、第1レンズ板301における矩形レンズのレンズ光軸303は、矩形中心304からわずかにシフトさせている。つまり、3列あるうちの左側の列では、中心の列の方向にレンズ光軸303をシフトさせ、右側の列においても中心の列の方向にレンズ光軸303をシフトさせている。従って、第2レンズ板302における光源像105は横方向のみ圧縮される。

【0020】このように、第2レンズ板のサイズが小さくなることは、投写型表示装置の光学系において利点がある。図3に示されるように、第2レンズ板302から出射する白色光束は、次に光束を3原色光に分離するための色分離系107に入射する。色分離系107は、ダイクロミックミラーによって構成されており、その色分離特性は角度依存性を持っているので、見かけの光源が小さい方が入射光束の角度のばらつきが小さくなり、色分離特性がよくなる傾向にある。また、色分離系107のサイズは、第2レンズ板302のサイズが小さくなるほど小さくつくることができる。さらに投写型表示装置では、第2レンズ板302の像が図1における投写レンズ112の入射瞳の中に形成されるので、第2レンズ板302のサイズが小さいと、投写レンズのサイズも小さくつくることができる。あるいは、投写レンズに入射する光束が、投写レンズの有効径の周辺部をあまり通過しないので投写画像の解像度が向上する。

【0021】図4は、本発明による照明装置の構成例を

6

示す図である。投写型表示装置に用いる照明装置では、装置全体を薄型にするために、上下をカットしたリフレクタを用いる場合があり、そのような場合に本発明を適用した構成が示されている。リフレクタ102は上下がカットされているため、出射する光束の断面は、楕円に近い形状となっている。従って第1レンズ板401は、図に示されるように横長の配列となる。先に示された方法と同じように、第1レンズ板401に含まれる矩形レンズのレンズ光軸を、矩形中心からシフトさせる方法を用いれば、第2レンズ板402内に形成される光源像105を緊密に配列することができ、先の例と同じように、第2レンズ板402に含まれる矩形レンズは正方形に近い形状とすることができる。本例でも、第2レンズ板402の横幅eは、第1レンズ板401の横幅dよりかなり小さくなり、第2レンズ板402全体の形状が正方形に近くなる。投写型表示装置に用いる投写レンズの入射瞳は、一般に円形であるので、第2レンズ板402の形状が第1レンズ板401のような横長でなく、円形に近くなることは、投写レンズの設計を容易にするとともに光束の利用効率が向上する。

【0022】次に、光源ランプを2個用いた場合における本発明の照明装置の構成例を図5に示す。光源ランプ101とリフレクタ102で構成される光源装置は、2個が並列に配置され、光束の出射部にはインテグレート10の第1レンズ板501が光束の断面をほぼ覆うように配置される。従って、第1レンズ板501は縦と横の比が1:2に近い。これに対し、第2レンズ板502は、横方向のみ圧縮され、第2レンズ板502の横幅gは、第1レンズ板501の横幅fの約2分の1程度とされる。第1レンズ板501に含まれる矩形レンズ501の縦横比は、やはり9:16であるので、第2レンズ板502は正方形に近い形状となり、また一つ一つの矩形レンズは、正方形となっているので光源像が第2レンズ板502全体に均一に配置される。投写型表示装置では、2次光源である第2レンズ板502の像が投写レンズの入射瞳に形成され、入射瞳は円形であるので正方形の2次光源との整合性がよい。投写型表示装置において光源装置を2個使用することは、明るさを余り必要としない場合にどちらか一方のランプを消灯することを可能とするので、省エネルギーのために有利な方法である。また、液晶パネル109が入射光束を散乱度合で制御するPDLC素子を用いている場合は、どちらか一方のランプを消灯して、コントラスト比を2倍にすることができるというメリットがある。なお第1レンズ板501は、図5に示されるように、2つのレンズ板をやや内向きに配置することで第1レンズ板501に含まれる偏心した矩形レンズの偏心量を少なくすることができる。

【0023】図6-(A)・(B)は、本発明を適用して高効率の偏光光源装置を構成する例を示した図である。光源ランプ101の放射光束はリフレクタ102で反射さ

50

(5)

7

れて非球面レンズ601に入射し均一で平行な光束とされる。リフレクタ102は、中心部で反射される平行度の悪い光束を非球面レンズ601の周辺部に振り分け、リフレクタの周辺部で反射される平行度のよい光束は非球面レンズ601に対してやや内向きに入射させる。従って、非球面レンズ601には、角度分布がほぼ均一な光束が入射され、非球面レンズ601は各光束の主光線をほぼ光軸に平行な方向に変換する。このように平行で均一な光束をつくることは、次に入射する偏光ビームスプリッタ602の角度依存性の影響を最小限に抑えるために必要である。偏光ビームスプリッタ602は入射するp-偏光を透過させ、s-偏光は90度の角度で反射させる。偏光ビームスプリッタ602は、入射する光束の角度範囲が±5度以内では、その角度依存性が問題とならないが、それ以上の角度では特にp-偏光が透過せずに反射されてしまうため、効率を高くするためには均一で平行な光束で入射させる必要がある。さて、p-偏光は偏光ビームスプリッタ602を透過し、反射されたs-偏光は、さらに反射鏡603で反射され、p-偏光とはほぼ同じ方向に向かう。反射鏡603で反射された光束は、その偏光方向をp-偏光に変換するため、λ/2板604を通過させる。従って、偏光方向が揃って出射する2つの光束は、次に第1レンズ板605に入射する。第1レンズ板605の形状は、図5の場合と同様横長で、第1レンズ板605に含まれる矩形レンズの縦横比は、9:1.6である。第2レンズ板606についても、図5の場合と同様全体の形状がほぼ正方形である。

液晶パネルを変調素子として使用する液晶プロジェクタでは、液晶パネル109に入射する光束のうち一方の偏光のみ利用するため、このように光源ランプ102からの放射光束をすべて同じ偏光光に変換する照明装置は、光の利用効率を約2倍に向上させるという効果がある。またこの照明装置は、図6(B)のように構成してもよい。この場合は、図6(A)における偏光ビームスプリッタ602と反射鏡603の構成を、光軸に対して対称に2つ配置させてある。ただし、ここでは図6

(A)における反射鏡603を三角柱のプリズム607で置き換えてある。2つの偏光ビームスプリッタ602に入射した光束は、p-偏光はそのまま透過し、s-偏光は2つに分割されてプリズム607によって反射される。このプリズム607は単に平板の反射鏡でもよいが、プリズムで構成すれば反射面を全反射とすることができ、また三角柱の5つの面をすべて光学的な平坦面にすれば、プリズム607から洩れようとする光束を全反射によって内側に戻すことができる。この構成では、偏光ビームスプリッタの厚みを半分にすることができ、光路が半分に短縮されるので効率的に非常に有利である。

【0024】図7(A)と(B)は、本発明の照明装置に用いるインテグレータの構成例を示す図である。図7

(A)に示すように、第1レンズ板701は、格子状の

8

マトリックス配列ではなく、行方向に並んだ矩形レンズの連なりが、上下の連なりに対して、矩形レンズの幅の半分だけずらして配置される。一つ一つの矩形レンズは、やはり9:1.6の縦横比で、レンズ板全体の縦横比は1:2である。第2レンズ板702は、図7(B)に示されるように、一つ一つの矩形レンズが正方形に近く、レンズ板全体は円形に近い。また、第2レンズ板702に含まれる各レンズは、六角形であってもよい。このように、列方向の矩形レンズをジグザグに配列した場合、第2レンズ板702上にできる光源像105も同じ配列となり、後で述べるように、液晶プロジェクタの液晶パネルにマイクロレンズアレイを使用する場合に適した配列である。

【0025】図8(A)(B)は、列方向のレンズの連なりを、上下に互い違いに移動させた場合の構成である。この場合も、第1レンズ板801全体は縦横比1:2で、含まれる矩形レンズは縦横比が9:1.6である。第2レンズ板802、803は、図8(B)に示されるように、構成レンズの形状がほぼ正方形の場合と六角形の場合の2種類が考えられる。六角形で構成する場合は、正六角形にすることが可能であり、このとき第2レンズ板803の横幅は、正方形のレンズで構成した第2レンズ板802の場合よりも小さくなる。また、六角形では正方形よりも円形に近づくため、光源像105が収まりやすくなる。

【0026】図9(A)(B)におけるインテグレータの構成は、第2レンズ板902を、円形に近づけるために考えられたものである。第1レンズ板901における列方向の矩形レンズの数は、中心部ほど数を多くしている。第2レンズ板902は、中心部のレンズが五角形で構成され、周辺部は六角形で構成される。また、これらのレンズは、正方形であってもよい。本構成では、第2レンズ板902をほぼ円形にできるので、投写型表示装置に本構成のインテグレータを用いた場合に、投写レンズの入射瞳とのマッチング性に優れている。

【0027】本発明の投写型表示装置の基本的な構成を図10に示す。この投写型表示装置の特徴は、インテグレータを用いた照明系と液晶パネルの実効開口率を向上させるマイクロレンズアレイを併用したところにある。光源ランプ101とリフレクタ102による光源装置は、すでに述べたものと同様である。出射する光束は非球面レンズ1001を通過して、均一で平行な光束に変換される。インテグレータは、第1レンズ板103と第2レンズ板104および補助レンズ106で構成され、第1レンズ板103で切り出した複数の光束を液晶パネル109上に重畳結像させる。平行化レンズ108は、2次光源としての第2レンズ板104からの発散光束を平行化し、液晶パネル109へ入射する光束の主光線を、液晶パネル109に垂直とするためのものである。液晶パネル109は、画素がマトリックス状に配置された

(6)

9

構成であり、通常全ての画素には一つ一つのスイッチング素子が備えられ、スイッチング素子と周辺の配線部分には、光が到達しないようにブラックストライプ1007が形成されている。従って、通常の液晶パネルはブラックストライプ1007の開口部のみ光を透過させ、開口率は通常25～50%程度である。従って、入射光束が液晶パネルを効率よく通過するようにするためには何等かの工夫をする必要があり、従来技術では、画素に一つ一つに対応したマイクロレンズアレイを用いるという方法がある。従来の方法では、液晶パネルにできるだけ平行な光束を入射させ、画素に対応するマイクロレンズによって入射光束をブラックストライプの開口部に集中させていた。本構成においても液晶パネル109の光束入射側にレンズアレイ基板1008を設け、マイクロレンズ1003によって液晶パネル109の実効開口率を向上させる。ただし、この構成では、インテグレートを用いているため、マイクロレンズ1003を通過した光束は、第2レンズ板104上に形成された光源像105の数と同じ数の画素の開口部を通過する。つまり、マイクロレンズ1003によって第2レンズ板104の像が、液晶パネル109の液晶層1004に形成され、そこにできる光源像1002は、全てが画素開口部にある。従って、レンズアレイ基板1008に入射した光束は全てが液晶パネル109を通過する。この場合は、従来構成とちがって、マイクロレンズの数を必ずしも画素数と同じにする必要なく、画素数の整数分の1であればよい。具体的な構成は、以下に述べる。

【0028】図11(A)(B)は、本発明の投写型表示装置に用いるインテグレートと液晶パネル及びマイクロレンズアレイの組合せの例を示した図である。図11(A)に示されるように、第2レンズ板1101における光源像105の配列は、図11(B)における液晶パネル1103の画素配列と同じである。通常の液晶パネルの画素配列は、この場合のように一つの画素が正方形に近く、縦横に整然と並べられたモザイク配列である。第2レンズ板1101上にある複数の光源像105は、マイクロレンズ1104によって、さらに液晶パネル1103上の光源像1107として結像される。図11

(B)に示した16個の光源像1107は、図における中心のマイクロレンズ1104によって形成されたものである。全ての光源像1107は、液晶パネル1103の開口部1105をうまく通過するので、液晶パネルの実効開口率は100%となる。マイクロレンズ1104は、本例では、4つの画素に一つの割合で対応している。

マイクロレンズ1104は、画素に一つ一つの割合で形成されてもよいが、その場合は、マイクロレンズのサイズが非常に小さくなり、回折による光量損失の問題が発生するので、本例のようにある程度大きいレンズを用いた方がよい。このマイクロレンズアレイは、通常イオン交換法によってつくられる屈折率分布型のレンズアレイ

10

イが用いられる。また各マイクロレンズは、六角形状として図のように細密に配置されることにより、収差の少ない高精度のレンズとすることができる。

【0029】図12(A)(B)は、インテグレートと液晶パネル及びマイクロレンズアレイの別の組合せ例を示したものである。この場合の液晶パネルの画素配列は、図12(B)に示されるように、列方向の画素がジグザグに配置された、いわゆるデルタ配列となっている。この配列は、自然画像の表示に適した配列であり、また特に1枚の液晶パネルの画素上に3色のカラーフィルターを搭載してカラー画像を表示する単板方式では、このデルタ配列が一般的である。第2レンズ板1201における光源像105は、液晶パネル1203の画素配列と同じである。この第2レンズ板1201の構成は、すでに図7(B)で示された構成と同じである。液晶パネル1203上に配置されるマイクロレンズ1204は、やはり六角形状を細密に並べて構成され、各マイクロレンズは、第2レンズ板1201における光源像105を液晶パネル1203上の光源像1107として再結像させる。全ての光源像1107は、開口部1105の中心に結像させる。この場合は、3つの画素に一つの割合でマイクロレンズ1204が配されている。

【0030】図13(B)は、さらに別の組合せについて示した図である。液晶パネル1303の画素配列は、配置的には図12(B)に示されたデルタ配列と同じであるが、本例では一つ一つの画素が菱形になっている。図13(A)に示された第2レンズ板1301は、液晶パネルの画素配列と同じく、菱形レンズ1302を緊密に並べた構成となっている。この配列に対応する第1レンズ板の構成は、すでに図7(A)で示された構成が適している。マイクロレンズ1304は、やはり六角形のレンズを緊密に配列して構成され、一つ一つのマイクロレンズ1304は、第2レンズ板1301における光源像105の像を開口部1105内の光源像1107として結像させる。

【0031】本発明の投写型表示装置の構成例を図14に示す。本構成例は、照明装置からの白色光束を色分離系によって3原色に分離し、各原色光を液晶パネルで変調する、3板方式の例が示されている。照明装置1400は、すでに説明されたようなインテグレートを用いた照明装置が用いられる。図14では偏光変換系を有する照明装置が示されている。照明装置1400を出射した白色光束(W)は、はじめに黄色反射ダイクロイックミラー1401に入射し、透過する青色光(B)と反射する赤色光(R)及び緑色光(G)に分離される。青色光は、次に反射鏡1402で曲折げられ、緑及び赤色光は、緑色反射ダイクロイックミラー1403に入射して、透過する赤色光と反射する緑色光に分離される。これら2枚のダイクロイックミラー1401、1403と反射鏡1402で構成されるのが、すでに図1で説明さ

(7)

11

れた色分離系である。この色分離系を出射する青色光、緑色光、赤色光は、それぞれ平行化レンズ1404a、1404b、1404c、に入射し、平行光に変換される。そして次に液晶パネル1405a、1405b、1405cに入射して変調され、それぞれの色に対応した光学像が液晶パネル上に形成される。液晶パネルの実効開口率を向上させるマイクロレンズアレイを使用する場合は、すでに述べたように液晶パネル1405a、1405b、1405cの直前に配置され、通常は液晶パネルに張り付けられる。液晶パネルで変調された光束のうち、青色光束と緑色光束は、緑色光反射ダイクロイックミラー1406で一つに合成される。一方赤色光は反射鏡1407によって反射される。それぞれの光束は、さらに投写レンズ1410に入射する。この投写レンズ1410は、2つの光束入射部に配置されたレンズ群1408a、1408bと、入射した2つの光束を一つに合成するための青色緑色反射ダイクロイックミラー1409と光束出射側のレンズ群で構成される。これらの構成要素はすべて一体化して構成される。この投写レンズ1410は、投写拡大率を大きくするために特別に配置されたものであり、通常はレンズ群1408a、1408bを省略してもよい。但しその場合は、液晶パネル1405a、1405b、1405cの出射側にすでに図1で説明されたような集光レンズを配置する必要がある。投写レンズ1410を出射した光束はスクリーン1411上に結像され、カラー映像が表示される。

【0032】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、インテグレートを用いた照明装置において、第1レンズ板の縦横比と第2レンズ板の縦横比が異なるように構成し、第2レンズ板上にできる光源像を緊密に配列することによって、2次光源全体を最小のサイズにすることができる。また、光源装置からの光束断面が横長の場合に、光束を横方向のみ圧縮し、2次光源全体の形状を縦横比が1:1に近い形状にすることができる。

【0033】また本発明の投写型表示装置では、前述の照明装置を用いることによって色分離系のサイズを小さくすることができ、さらに投写レンズのサイズを小さくすることができる。従って、小型の投写型表示装置を実現できる。

【0034】また本発明の投写型表示装置では、インテグレートを用いた照明系を使用し、さらに液晶パネルの直前にマイクロレンズアレイを配置し、各マイクロレンズによって液晶パネルの開口部に光源像を形成することにより、液晶パネルの実効開口率を100%にすることができ、光利用効率の高い投写型表示装置を実現することができる。さらに本発明の投写型表示装置に対し、偏光変換系を用いた本発明の照明装置を用いれば、さらに光利用効率を向上させることができ、明るく高画質の投

12

写型表示装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の照明装置及び投写型表示装置の構成を示す図。

【図2】(A)は、従来の照明装置に用いられる第1レンズ板の構成を示す図。(B)は、従来の照明装置に用いられる第2レンズ板の構成を示す図。

【図3】本発明の照明装置の基本的な構成を示す図。

【図4】本発明の照明装置の構成例を示す図。

【図5】本発明の照明装置の構成例を示す図。

【図6】(A)は、本発明の照明装置の構成例を示す図。(B)は、本発明の照明装置の構成例を示す図。

【図7】(A)は、本発明の照明装置に用いる第1レンズ板の構成を示す図。(B)は、本発明の照明装置に用いる第2レンズ板の構成を示す図。

【図8】(A)は、本発明の照明装置に用いる第1レンズ板の構成を示す図。(B)は、本発明の照明装置に用いる第2レンズ板の構成を示す図。

【図9】(A)は、本発明の照明装置に用いる第1レンズ板の構成を示す図。(B)は、本発明の照明装置に用いる第2レンズ板の構成を示す図。

【図10】本発明の投写型表示装置の基本的構成を示す図。

【図11】(A)は、本発明の投写型表示装置に用いる第2レンズ板の構成例を示す図。(B)は、本発明の投写型表示装置に用いる液晶パネルの構成例を示す図。

【図12】(A)は、本発明の投写型表示装置に用いる第2レンズ板の構成例を示す図。(B)は、本発明の投写型表示装置に用いる液晶パネルの構成例を示す図。

【図13】(A)は、本発明の投写型表示装置に用いる第2レンズ板の構成例を示す図。(B)は、本発明の投写型表示装置に用いる液晶パネルの構成例を示す図。

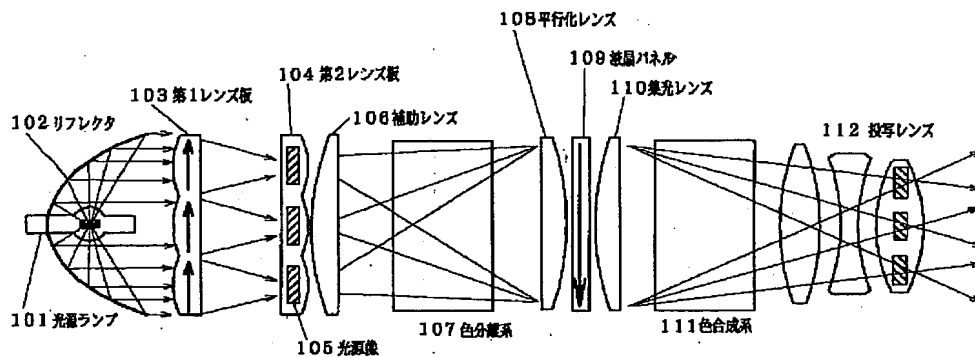
【図14】本発明の投写型表示装置の構成例を示す図。

【符号の説明】

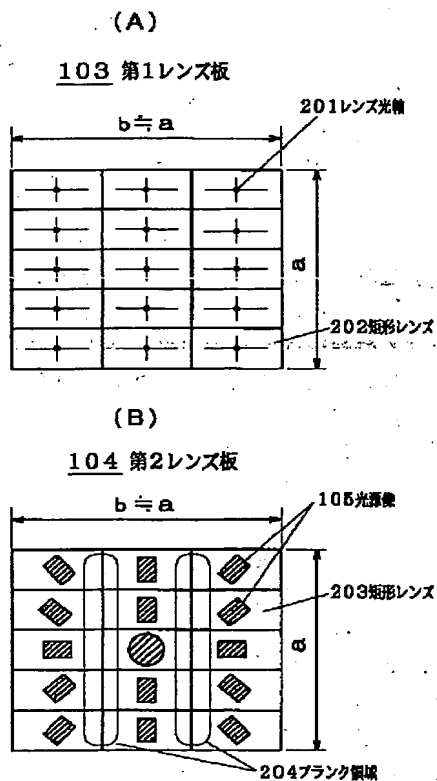
- 101 光源ランプ
- 102 リフレクタ
- 103 第1レンズ板
- 104 第2レンズ板
- 105 光源像
- 108 平行化レンズ
- 109 液晶パネル
- 112 投写レンズ
- 602 偏光ビームスプリッタ
- 604  $\lambda/2$ 板
- 1003 マイクロレンズ
- 1007 ブラックストライプ
- 1004 液晶層
- 1411 スクリーン

(8)

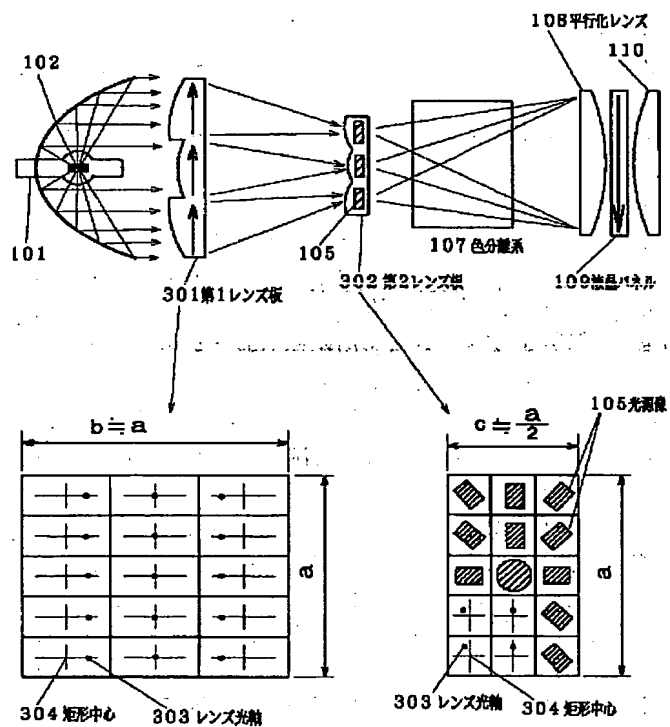
【図1】



【図2】

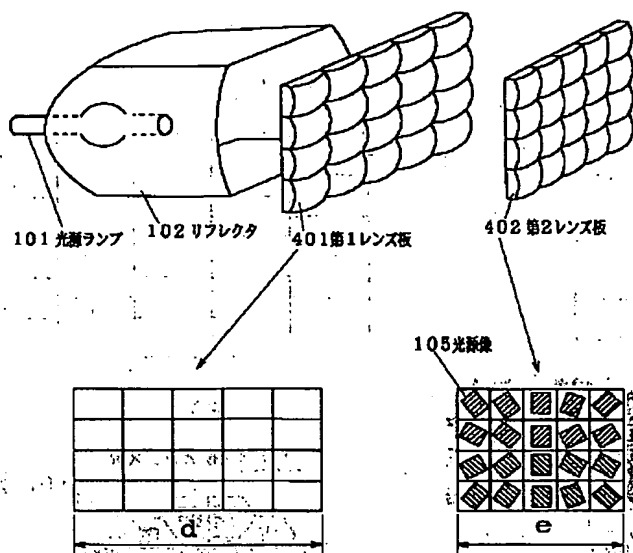


【図3】

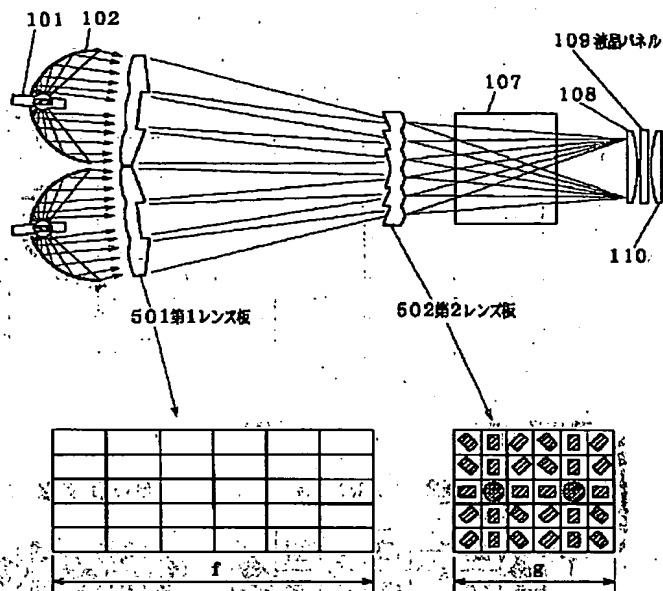


(9)

【図4】

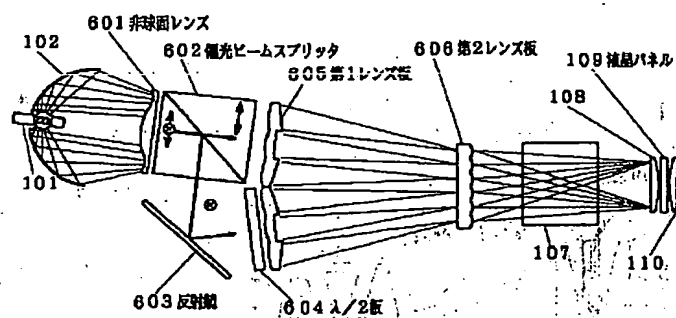


【図5】

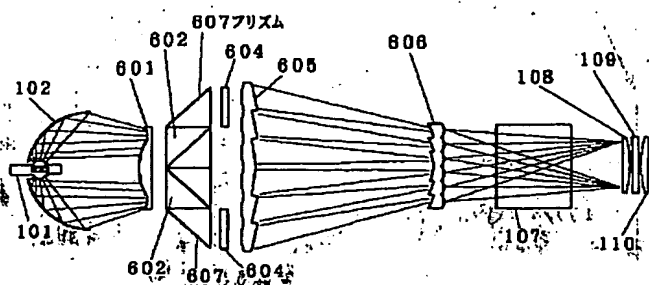


【図6】

(A)

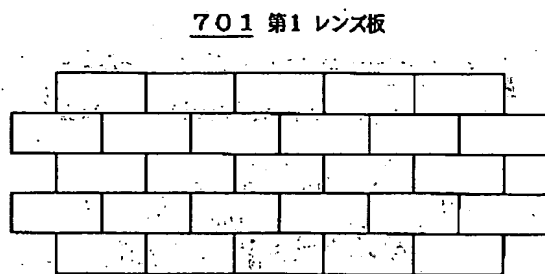


(B)

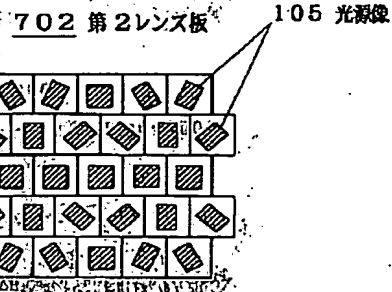


【図7】

(A)

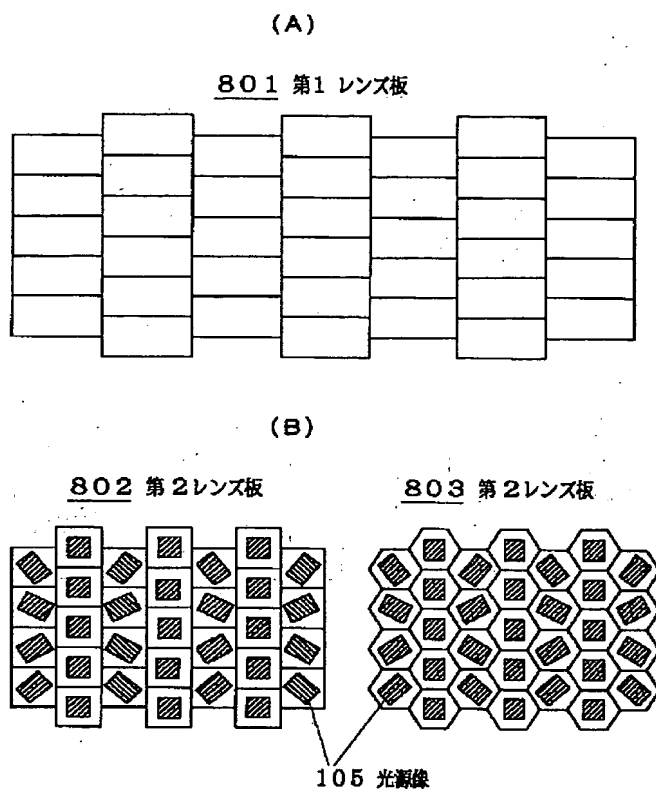


(B)

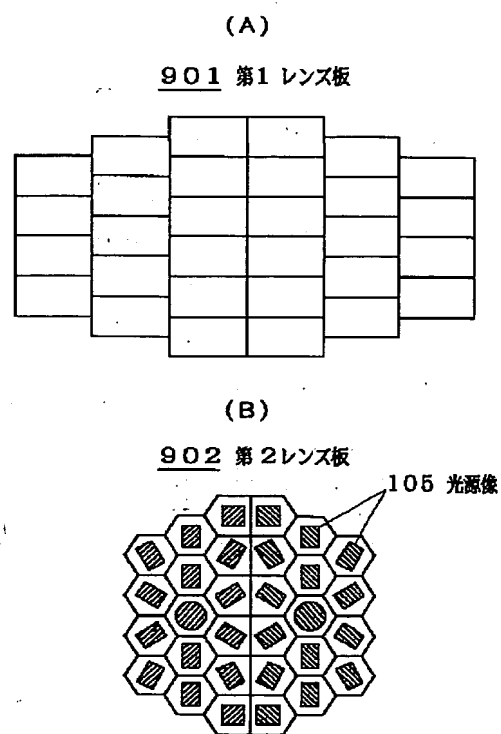


(10)

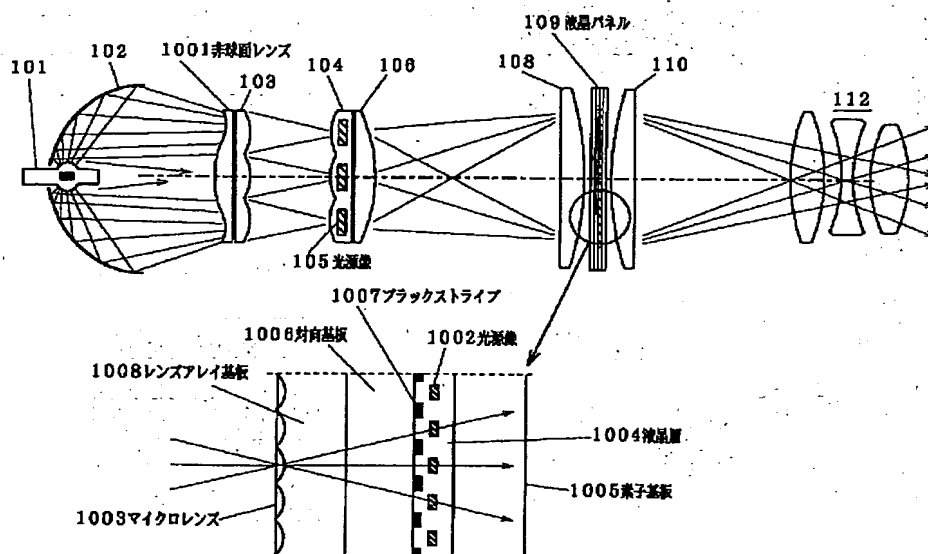
【図8】



【図9】



【図10】

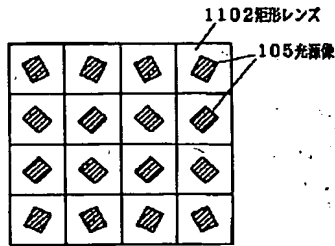


(11)

【図11】

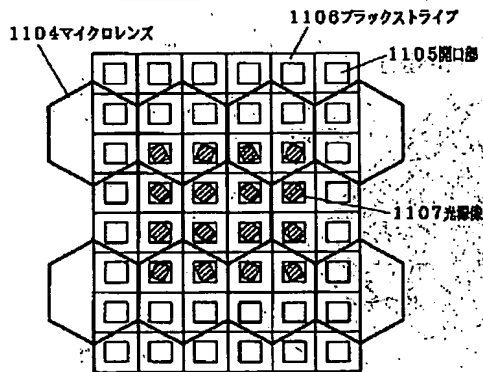
(A)

1101 第2レンズ板



(B)

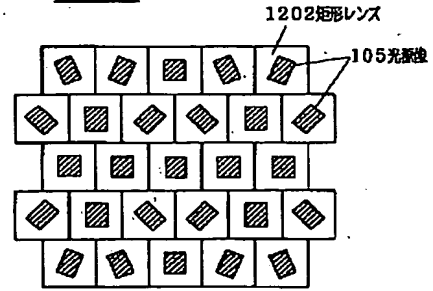
1103 液晶パネル



【図12】

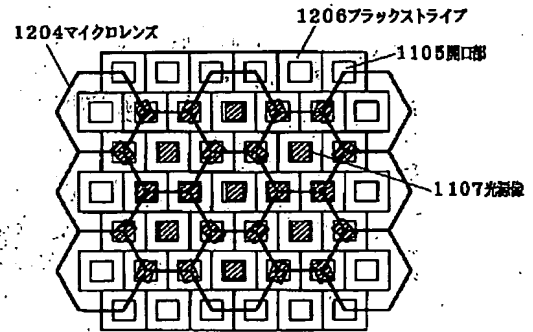
(A)

1201 第2レンズ板

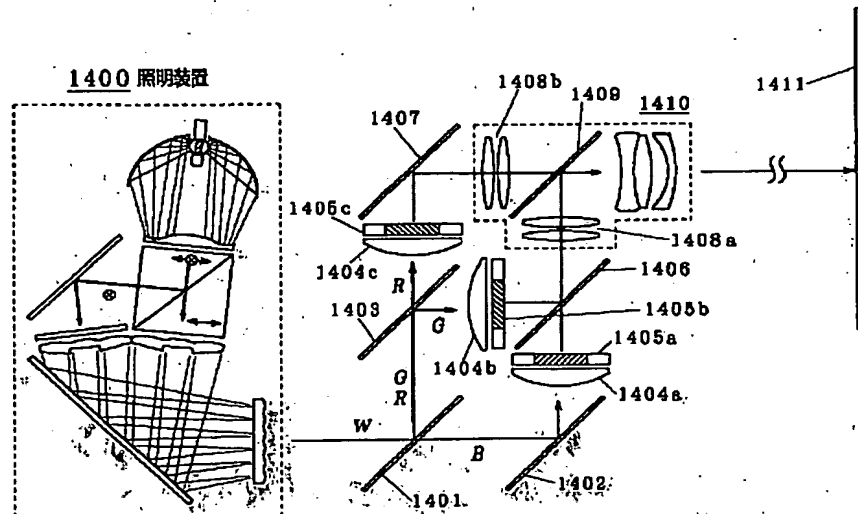


(B)

1203 液晶パネル



【図14】

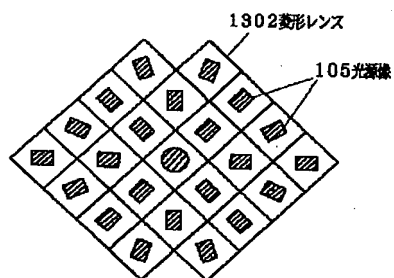


(12)

【図13】

(A)

1301 第2レンズ板



(B)

1303 液晶パネル

